

수확기간별 배추의 가공처리에 따른 total glucosinolates 함량변화

김미경 · 홍은영 · 김건희*

덕성여자대학교 식품영양학과

Change of Total Glucosinolates Level according to Processing Treatments in Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*) from Different Harvest Seasons

Meekyung Kim, Eunyong Hong, and Gun-Hee Kim*

Department of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

Abstract. This study was carried out to investigate the level of total glucosinolates in different parts (outer and inner part) of fresh, salted Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*) and Kimchi at different harvesting periods (June-July, August-September, October-November, December-April, and May). For determination of total glucosinolates, Chinese cabbage was used for analytical sample preparation, provided with an anion exchanges column and measured by UV-visible Spectrophotometer. The fresh Chinese cabbage (FCC) that was harvested in June-July contained the highest level of total glucosinolates and was higher in outer part than inner part in all harvesting periods. The salted Chinese cabbage (SCC) that was harvested in May contained the lowest level of total glucosinolates. Total glucosinolates level of SCC in outer part was higher in June-July and August-September. The manufactured Kimchi (K) using harvested Chinese cabbage in June-July and August-September contained the highest level of total glucosinolates while that harvested in May contained the lowest level. The level of total glucosinolates in different parts was higher in inner part than outer part in all harvesting periods except for May. In all harvesting times, the level of total glucosinolates of FCC was higher than processed Chinese cabbage (SCC and K). Based on these results, levels of total glucosinolates are influenced by harvesting periods, parts and processing conditions of Chinese cabbage.

Additional key words: fresh Chinese cabbage, inner part, Kimchi, outer part, salted Chinese cabbage

서 언

배추(*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*)는 십자화과(Cruciferae)에 속하는 두해살이풀로써(1-2년생 채소), 우리나라에서는 송, 송채, 백송, 백채, 배추, 배차, 배채 등으로 불리고 있다(Lee, 1986). 재배 및 수확시기에 따라 월동배추(1-2월 수확), 봄 온실재배배추(3-4월 수확), 봄 노지배추(5-7월 수확), 여름 고랭지배추(7-9월 수확), 가을 노지배추(10-11월 수확)로 구분되며, 재배되는 지역과 계절에 따라 다른 특성을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2007). 이 중 월동배추는 다른 재배시기의 배추에 비하여 재배지역과 시기에 따른 변이가 적고, 비교적 그 품질이 우수

할 뿐만 아니라(Kim 등, 2001) 생산성 및 저장성이 높아 많이 이용되고 있는 품종으로 이에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다(Yang, 2004). 배추의 경우, 품종과 같은 유전적 요인, 재배와 같은 수확 전 요인 및 저장조건과 같은 수확 후 요인에 영향을 받으며(Kim 등, 1998; Lee 등, 1994a), 이것은 배추를 이용한 김치 제조 시 품질에도 크게 영향을 미치는 것으로 보고 되어 지고 있다(Han 등, 1998).

Glucosinolates는 유황함유 β -D-glucoside로써 cabbage, broccoli, brussels sprouts 및 cauliflower등과 같은 십자화과 채소에 존재한다. Glucosinolates를 함유한 채소를 사람과 가축이 섭취하면 채소의 조직이 파괴되면서 조직 속에 존재하는 myrosinase(thioglucoside glucohydrolase, EC 3.2.1.147)

*Corresponding author: ghkim@duksung.ac.kr

※ Received 21 April 2009; Accepted 12 April 2010. 이 논문은 2007-2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2007-0056856).

효소의 작용에 의하여 isothiocyanate, nitrile 및 thiocyanate 과 같은 분해산물이 생성되고 이들 분해산물은 자극취 및 쓴 맛 등을 낸다고 보고되고 있다(Stoewsand, 1995). 십자화과 식물인 cabbage, broccoli와 kale에 존재하는 indole-3-carbinol 은 자궁근종세포의 성장을 억제시키며(Jeong 등, 2007), 또 다른 연구에서 보고 된 실험적, 통계적 연구결과에 따르면 이러한 채소를 많이 섭취하면 유방암의 유병률을 낮출 수 있다는 연구들이 보고되었다(Terry 등, 2001). 동물실험 연구에서는 피부암을 유발하는 종양을 억제시켜 준다는 결과가 보고되었다. 최근 이와 같은 여러 가지 약리적, 생리적 활성을 나타내는 것으로 보고 되면서 많은 관심과 연구가 집중되고 있다(Van Etten 등, 1969).

현재 국외의 경우, 십자화과 채소의 다양한 섭취형태 및 가공처리에 따라 glucosinolates 함량을 분석하는 연구가 진행되고 있으며, 특히 배추의 다양한 가공방법(삶기, 찜, 볶기)에 따른 glucosinolates 함량변화에 대한 관심이 증가하고, 이에 따른 다양한 영역의 연구도 시작 되고 있다(Song과 Thornalley, 2007). 반면, 국내의 경우에는 브로콜리의 조리 과정에 따른 sulforaphan 변화에 대한 연구결과(Kim, 1997)도 보고 되고 있으나 배추의 경우, 저장수명의 연장 및 생육환경과의 상관관계에 대한 연구가 주로 이루어지고 있을 뿐(Kang 등, 1999; Kim 등, 2001) 수확시기별 배추를 대상으로 신선 배추, 절임배추, 배추김치 등 가공처리 따른 glucosinolates 함량변화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 수확시기별 배추의 가공처리에 따른 total glucosinolates 함량을 분석하여 배추 원재료의 수확 기간, 환경요인 및 이를 이용한 가공처리 요인에 따른 변화를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에서는 2007년 6-7월(노랑봄, 충남 해미), 8-9월(노랑여름, 강원도 태백), 10-11월(불암3호, 충북 제천), 12-4월(동풍, 전남 해남), 2008년 5월(노랑봄, 전남 해남)에 수확한 신선배추 및 이를 대상으로 절임공정 및 김치제조 공정을 거친 절임배추와 배추김치를 각각 곁잎(배추의 푸른색을 띄는 잎 부분) 및 속잎(푸른 잎이 전혀 없는 부분)으로 나누어 분석시료로 사용하였다. 실험에 사용된 시약은 Juncei Chemical Co., Ltd.(Japan)에서 구입하였고, resin(Dowex 1×2-100)은 Alfa Aesar, A Johnson Matthey Company(England)을 사용하였다.

수분함량 및 pH측정

수분함량은 동결건조법으로 측정하였으며, pH는 처리군별 시료 25g을 분쇄한 뒤 거즈 4겹으로 여과한 후 여과액을 취하여 pH meter(Orion Model SA520)로 측정하였다.

조효소 제조

Myrosinase의 경우 십자화과 채소에 많이 존재하며 추출이 용이한 무를 사용하였다. 무를 4°C에서 24시간 정도 예냉 시킨 뒤 분쇄기(Buwon BW-3000)로 분쇄하고, 여과액의 1.5배의 60%아세톤(-20°C)을 가하여 -20°C냉장고에서 5분간 방치하여 myrosinase를 침전시켰다. 방치 후 원심분리(3000rpm, 4°C, 15분)를 한 뒤 상층액을 제거하고 침전물을 동결건조 하였다. 동결건조 후 분말형태로 분쇄하였으며, 냉동보관(-70°C)하여 total glucosinolates 함량분석에 사용하였다.

Total glucosinolates 시료 제조

신선배추, 절임배추 및 배추김치 각각의 곁잎과 속잎을 무작위로 50g씩 채취한 후 80%에탄올(80-90°C) 100mL를 첨가한다. 15분 동안 환류 추출(95°C)한 것을 여과하고, 80%에탄올(80-90°C) 100mL을 첨가하여 재추출 및 여과한 여액을 합하여 40°C에서 감압농축(EYELA, Tokyo, Japan)하였다. 약 50mL정도로 농축한 추출액을 원심분리(3000rpm, 4°C, 15분)하고, 25mL의 상층액을 resin(Dowex 1×2-100)으로 충전된 이온교환컬럼(ion exchange column)에 통과시켜 glucosinolate의 분리를 진행하였다. 시료를 모두 통과시킨 뒤 증류수를 시료 양의 3배정도 통과시켜 glucosinolate 이외의 성분 제거를 하였으며, H₂SO₄ 1mL과 5% Naphthol한 방울을 반응시켜 확인하였다. Crude myrosinase 50mg, 10mM ascorbic acid 1mL, 0.1M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 5mL을 첨가하여 실온(20°C)에서 18시간 이상 교반하면서 반응시킨다. 반응이 끝난 혼합물은 원심분리(3000rpm, 4°C, 15분)한 뒤 상층액을 total glucosinolates 함량 분석에 사용하였다.

Total glucosinolates 함량분석

Total glucosinolates 함량분석은 Thymol 방법(Brzezinski와 Mendelewski, 1984)을 이용하였다. 추출한 시료 50μL, 1% thymol reagent 1mL와 77% H₂SO₄ 7mL를 혼합한 뒤 95°C에서 35분간 반응시킨 뒤 505nm에서 UV-visible spectrophotometer (Genesis 10vis, USA)로 측정하였다. 정량분석을 위한 표준시약으로 glucose을 이용하였으며 0, 20, 40, 60, 80, 100μg·mL⁻¹의 농도로 제조하여 표준곡선을 작성하였다. Total glucosinolates

함량은 수분함량을 고려하여 계산하였으며, $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ dry weight의 단위로 나타내었다.

결과 및 고찰

수분함량 및 pH

본 연구는 6-7월, 8-9월, 10-11월, 12-4월(2007년) 및 5월(2008년)에 수확한 신선배추 및 이를 가공처리 한 절임배추와 김치를 겉잎과 속잎 부위로 나누어 분석하였다. 이들에 대한 수분함량 측정 결과는 Table 1에 나타내었으며, 특히 6-7월, 8-9월에 수확한 신선배추가 다른 기간에 수확한 배추보다 함량이 높은 것으로 나타났다. 10-11월에 수확한 배추의 수분함량은 Lee 등(1994b)이 수행한 연구결과(92-94%)와 유사하였으며, 신선배추의 수분함량(90.9-96.3%)은 Kim 등(1997)이 연구한 배추의 일반적인 수분함량(94.9-96.5%)과 유사한 함량을 나타냈다. 이러한 수확시기별 수분함량 차이는 재배기간의 강수량, 일조량, 기후 등 생육환경에 영향을 받는 것으로 추정된다. 부위에 따른 수분함량을 측정한 결과, 겉잎의 경우 86.2-96.3%, 속잎의 경우 82.2-95.5%로 겉잎이 속잎보다 0.8-4.0% 높은 것으로 측정되었다. 이는 배추 잎의 부위에 따른 수분함량의 차이를 확인하는 결과이며, 이것은 부위별 조직의 차이에 따른 것으로 사료된다.

수확기간 별 pH 측정 결과, 신선배추 6.0-6.8, 절임배추

5.7-6.6로 나타났으며, 김치의 경우에는 4.6-6.2로 신선배추, 절임배추 보다 pH가 낮은 것으로 나타났다(Table 2). 이는 발효과정에서 젖산균이 원 재료나 양념 중의 당류를 이용하여 생성된 젖산 및 유기산을 생성하게 된 것으로 판단된다(Bang 등, 2008). 또한 절임배추의 경우는 신선배추의 pH보다 낮은 것을 확인하였으며, 이는 절임과정에서 삼투압 작용으로 수분이동이 일어났기 때문인 것으로 사료된다(Yoon와 Kim, 2000). 부위별에 따른 pH는 수분함량의 결과(Table 1)와 같이 김치의 부위에 따라 다르게 나타났다. 이상의 결과는 배추의 다른 부위에서 만들어진 김치 시료의 pH와 산 생성도가 다르다는 것을 보여준다. 이는 부위에 따른 염도의 차이로 인하여 김치 내 젖산균의 생육과 산 생성에 영향을 주어 pH가 다르게 나타난 것으로 사료된다(Ko와 Lee, 2004). 이처럼 pH는 부위, 염도 및 가공처리 등에 영향을 받기 때문에 배추김치 제조 후 숙성 정도를 파악 할 때 필수적으로 고려해야 할 것으로 판단된다.

Total glucosinolates 함량

배추는 국내에서 연중 재배되고 있으나 품종, 지역, 기온, 강수량, 일조량 그리고 비료 등 재배환경에 따른 영향으로 인하여 수확기간 별 특성차이가 발생하므로 수확기간에 따른 total glucosinolates 함량변화와 신선배추, 절임배추, 김치의 total glucosinolates 함량의 차이를 확인하였다.

Table 1. Water content of fresh Chinese cabbage and processed Chinese cabbage at different harvest times.

| Harvest periods | FCC ^z | | SCC | | K | |
|-------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Outer | Inner | Outer | Inner | Outer | Inner |
| June-July | 96.2 ± 0.12 ^y | 95.5 ± 0.11 | 94.4 ± 0.13 | 92.6 ± 0.11 | 91.9 ± 0.09 | 91.1 ± 0.11 |
| August-September | 95.6 ± 0.11 | 95.3 ± 0.10 | 94.8 ± 0.11 | 93.8 ± 0.10 | 90.7 ± 0.11 | 90.4 ± 0.10 |
| October-November ^a | 94.0 ± 0.12 | 91.2 ± 0.14 | 88.2 ± 0.09 | 90.0 ± 0.08 | 86.2 ± 0.12 | 82.2 ± 0.13 |
| December-April | 95.2 ± 0.13 | 90.9 ± 0.11 | 89.3 ± 0.10 | 91.2 ± 0.09 | 88.8 ± 0.09 | 85.6 ± 0.10 |
| May ^b | 96.3 ± 0.16 | 94.2 ± 0.14 | 86.4 ± 0.13 | 88.4 ± 0.11 | 87.2 ± 0.13 | 87.6 ± 0.12 |

^zFCC; fresh Chinese cabbage, SCC; salted Chinese cabbage, K; Kimchi.

^yEach value is expressed as mean ± standard deviation (n=3).

Table 2. pH of fresh Chinese cabbage and processed Chinese cabbage at different harvest times

| Harvest periods | FCC ^z | | SCC | | K | |
|------------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Outer | Inner | Outer | Inner | Outer | Inner |
| June-July | 6.0 ± 0.01 ^y | 6.2 ± 0.02 | 5.7 ± 0.00 | 5.8 ± 0.01 | 5.5 ± 0.02 | 5.7 ± 0.00 |
| August-September | 6.1 ± 0.00 | 6.5 ± 0.03 | 6.4 ± 0.02 | 6.3 ± 0.01 | 5.8 ± 0.01 | 5.7 ± 0.01 |
| October-November | 6.6 ± 0.02 | 6.8 ± 0.01 | 6.4 ± 0.04 | 6.6 ± 0.03 | 5.8 ± 0.01 | 5.7 ± 0.04 |
| December-April | 6.1 ± 0.01 | 6.1 ± 0.03 | 6.2 ± 0.01 | 6.2 ± 0.00 | 6.0 ± 0.03 | 6.2 ± 0.01 |
| May ^b | 6.0 ± 0.04 | 6.2 ± 0.02 | 5.9 ± 0.02 | 6.1 ± 0.01 | 4.6 ± 0.01 | 4.6 ± 0.02 |

^zFCC; fresh Chinese cabbage, SCC; salted Chinese cabbage, K; Kimchi.

^yEach value is expressed as mean ± standard deviation (n=3).

신선배추의 수확기간별, 부위별 total glucosinolates 함량 분석은 Fig. 1에 나타내었다. 5월, 6-7월 신선배추의 total glucosinolates 함량은 36.80, 35.27 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 12-4월 신선배추의 경우 15.08-25.41 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로 다른 수확기간에 비해 낮은 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 배추의 수확기간에 따라 nitrate 함량에 차이가 total glucosinolates 함량에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다(Yang, 1998). 다른 연구에서는 8월, 11월에 수확한 나도냉이의 total glucosinolates 함량이 각각 3-15, 35-75 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight으로 가을철에 수확한 나도냉이의 total glucosinolates 함량이 여름철에 수확한 것보다 높은 것으로 나타났다(Agerbirk 등, 2001). 이는 다른 십자화과채소의 경우에도 재배기간 및 수확기간에 따른 total glucosinolates의 함량차이가 있는 것을 확인할 수 있는 연구 결과이며, 이러한 함량차이에 대한 원인연구가 더 진행되어야 할 것으로 사료된다.

신선배추의 부위별 total glucosinolates 함량을 분석한 결과, 신선배추의 겉잎의 경우 36.80-24.57 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight, 속잎의 경우 33.60-15.08 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로 모든 수확기간에서 겉잎이 대체로 높은 것으로 확인되었으며(Fig. 1), 이는 부위에 따른 total glucosinolates 함량에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 유사한 연구로 브로콜리의 경우, 부위별에 따른 sulforaphane 함량 차이에서 일반적으로 가장 많이 먹는 화퇴부위가 잎과 줄기에 비해 높은 함량을 보였으며(Kwon 등, 2008), 양배추의 머리 부위가 잎 부위에 비해 total glucosinolates 함량이 3배 높은 것으로 보고되었다(Rosa와 Heaney, 1996). 본 연구팀에서 무를 부위별(뿌리, 중간, 잎)로 나누어 total glucosinolates 함량을 분석한 결과,

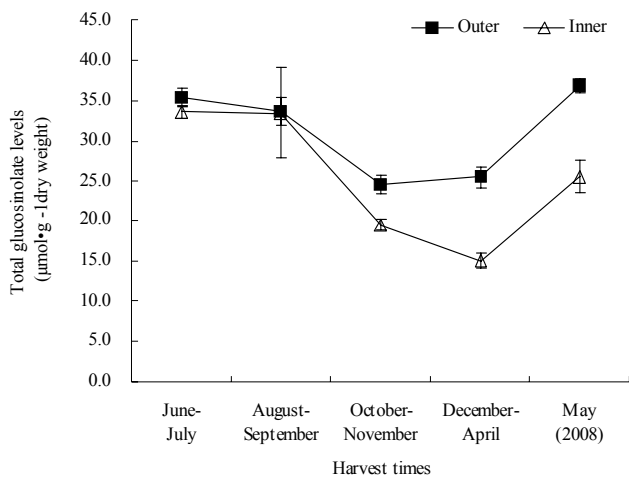


Fig. 1. Levels of total glucosinolate in different parts of fresh Chinese cabbage at different harvest times. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

뿌리부분(67.6 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)이 중간 부분(49.6 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)과 잎 부분(31.6 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)보다 total glucosinolates 함량이 높은 것을 확인하였다. 이러한 결과들은 각각의 채소부위에 따른 total glucosinolates 함량의 차이가 있음을 나타내는 연구결과라 할 수 있다.

각각의 수확기간별 배추를 이용하여 김치제조 과정의 절임상태에서 total glucosinolates 함량을 분석한 결과, 8-9월 절임배추의 total glucosinolates 함량이 21.72-26.35 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로 가장 높았으며(Fig. 2), 5월 절임배추의 경우는 10.15-12.77 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로(Fig. 3) 다른 수확기간에 비해 낮은 함량으로 분석되었다(Fig. 6). 이는 수확기간에 따른 배추의 조직차이로 인하여(Kim, 1997) 소금이 세포 안으로 확산되어 myrosinase(Han 등, 2007)를 불활성 시키는 정도의 차가 크기 때문에 함량차이가 나타나는 것으로 사료된다. 또한 배추의 절임과정에 사용되는 천일염의 경우, 생산되는 기간에 따른 성분차이로 인하여 배추의 초기 염수의 염도에 영향을 주는 것으로 보고되었으며(Yoon과 Kim, 2000), 이러한 영향으로 인하여 동일조건의 절임과정 일지라도 total glucosinolates 함량에 영향을 준다고 판단된다. 따라서, 절임조건 및 배추조직의 특성의 요인에 따라 total glucosinolates 함량의 차이가 있는 것으로 사료된다.

절임배추의 부위별 total glucosinolates 함량을 비교한 결과, 10-11월(겉잎 12.18 < 속잎 17.22 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight), 12-4월(겉잎 14.44 < 속잎 16.27 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight), 속잎의 함량이 겉잎의 함량보다 높은 것으로 분석된 반면(Fig. 5, 6), 6-7월 절임배추(겉잎 23.16 > 속잎 16.68 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry

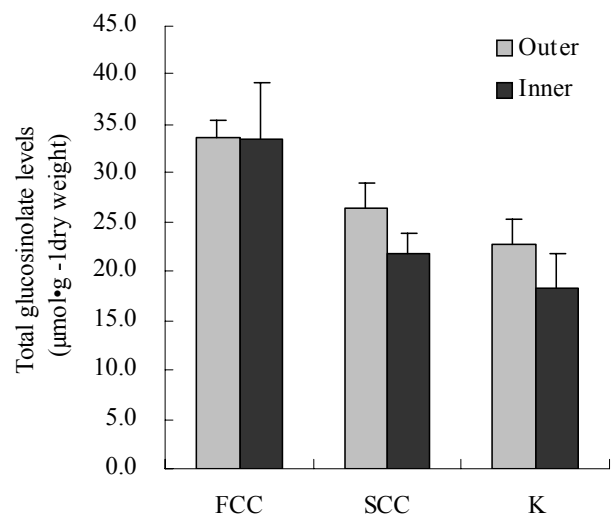


Fig. 2. Levels of total glucosinolate in different conditions of Chinese cabbage at August-September harvest time. FCC, fresh Chinese cabbage; SCC, salted Chinese cabbage; K, Kimchi. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

weight)와 8-9월 절임배추(겉잎 26.35 > 속잎 21.72 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)의 경우 겉잎의 함량이 속잎의 함량보다 높은 것으로 분석되었다(Fig. 2, 3). 이는 절임 시 삼투작용으로 인한 탈수현상이 진행됨으로써 각각의 부위에서 다르게 일어나기 때문에 부위별 조직의 세포벽 손실 정도가 다를 뿐만 아니라 myrosinase 활성화 정도가 달라 glucosinolates의 가수분해에 차이가 나기 때문인 것으로 사료된다(Kim 등, 1990). 또한 부위에 따라 소금 절임 시에 일어나는 변화 등 환경에 대한 내성에도 상당한 차이가 있다는 연구결과를 보더라도(Kim 등, 1997) 부위에 따른 total glucosinolates 함량의 차이가 나는 것을 확인할 수 있다.

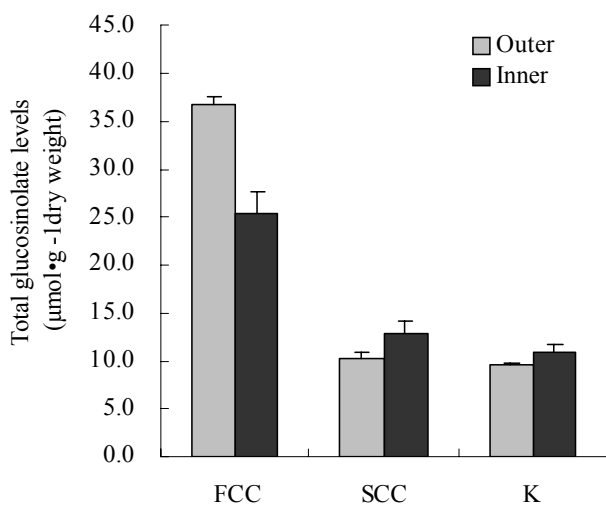


Fig. 3. Levels of total glucosinolate in different conditions of Chinese cabbage at May harvest time. FCC, fresh Chinese cabbage; SCC, salted Chinese cabbage; K, Kimchi. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

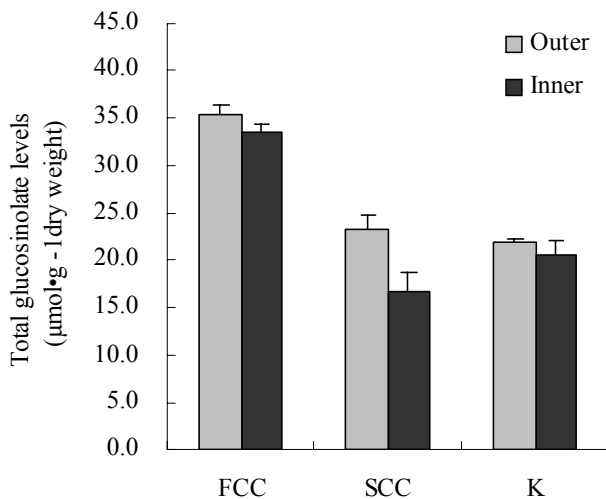


Fig. 4. Levels of total glucosinolate in different conditions of Chinese cabbage at June-July harvest time. FCC, fresh Chinese cabbage; SCC, salted Chinese cabbage; K, Kimchi. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

Total glucosinolate 함량이 가장 높았던 5월, 6-7월의 신선배추를 이용하여 김치를 제조한 후 total glucosinolates 함량변화를 분석한 결과, 5월 김치의 total glucosinolates 함량은 9.63-10.83 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight로 6-7월의 20.37-21.80 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight 보다 급격히 감소한 경향을 나타냈다(Fig. 3-4). Hong 등(2000)은 6-7월에 수확한 배추보다 12-4월에 수확한 배추로 담근 김치에서 CO₂의 증가 정도가 다소 높았으며, 동일 품종의 배추라도 수확기간에 따라 김치의 발효에 영향을 주는 성분인 당, 섬유질, 수분에 차이가 있을 수 있다고 보고하였다. 이 연구결과에 의하면 수확기간에 따라 발효에 영향을 주는 다양한 성분차이로 인하여 total glucosinolates 함량이 다르게 나타난 것으로 사료된다.

부위별 김치의 total glucosinolates 함량은 5월 배추김치의 경우, 속잎의 함량(10.83 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)이 겉잎의 함량(9.63 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)보다 높게 분석된 반면, 6-7월 김치의 경우 겉잎의 함량(12.18-22.84 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)이 속잎의 함량(9.00-20.37 $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ dry weight)보다 높은 것으로 분석되었다(Fig. 2, 6). 이는 배추의 부위에 따라 유관속 조직의 수와 크기 등이 차이가 있어 물성에 크게 영향을 준다는 연구결과(Kim 등, 1997)와 유사하다.

모든 수확기간에서 신선배추의 total glucosinolates 함량보다 가공 처리한 절임배추, 배추김치의 total glucosinolates 함량이 감소하는 경향을 볼 수 있었다(Fig. 2, 3, 4, 5, 6). Shim 등(1992)은 배추, 무, 양배추, 케일 및 겨자를 신선한 상태, 조리한 상태(100°C, 10분), 자연건조 및 가열건조에 따른 total glucosinolates 함량변화를 측정하였으며, 각 시료에서 모두 신선한 상태, 자연건조, 가열건조 및 조리한 상태

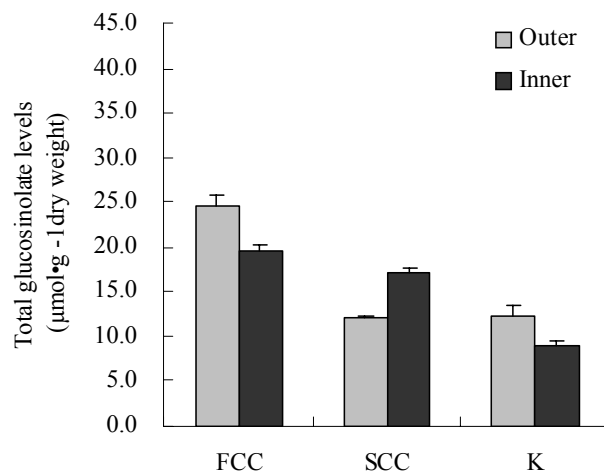


Fig. 5. Levels of total glucosinolate in different conditions of Chinese cabbage at October-November harvest time. FCC, fresh Chinese cabbage; SCC, salted Chinese cabbage; K, Kimchi. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

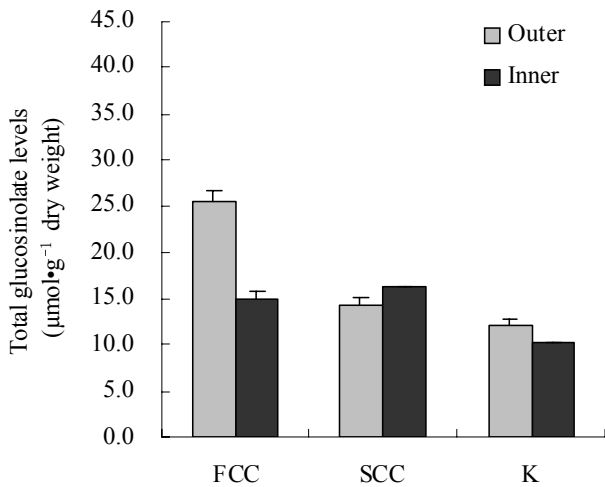


Fig. 6. Levels of total glucosinolate in different conditions of Chinese cabbage at December-April harvest time. FCC, fresh Chinese cabbage; SCC, salted Chinese cabbage; K, Kimchi. Mean values of triplicate samples with standard deviations.

(100°C, 10분) 순으로 높은 함량을 나타내었다. Cieslik 등 (2007)의 다른 연구에서는 십자화과 채소를 대상으로 가공 처리를 하여 total glucosinolates 함량변화를 측정된 결과, 조리하였을 때 total glucosinolates 함량의 감소율이 35.3-72.4%로 나타났다. 또한 Tyagi(2002)에 따르면 mustard cake에 존재하는 total glucosinolates 함량이 수침시간(2-8시간)에 영향을 받아 감소하며, 수침시간 중 8시간 이상 수침을 할 경우 total glucosinolates 함량이 76% 감소된다고 보고하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 배추의 수확시기, 부위 및 가공처리에 따라 total glucosinolates 함량 차이가 있었으며, 이는 품종과 같은 수확 전 요인과 수확 후 가공 방법에 의해서 영향을 받는 것으로 확인 되었다. 따라서 이 연구는 수확 전 유전학적·환경적 요인과 수확 후 가공처리 요인에 대한 작용 여부를 확인하는 연구결과라 할 수 있으며, 앞으로 이에 대한 심화연구 및 산업화에 적용 될 수 있을 것으로 사료된다.

초 록

6-7월, 8-9월, 10-11월, 12-4월(2007년) 및 5월(2008년)에 수확한 신선배추, 절임공정 및 김치 제조과정을 거친 배추를 겉잎과 속잎 부위로 나누어 anion-exchange column을 통과시키고 아세톤 침전법을 사용하여 제조한 crude myrosinase로 반응시켜 total glucosinolates 함량을 분석하였다. 신선배추의 경우 6-7월 신선배추의 total glucosinolates 함량이 가장 높은 함량을 나타내었으며, 모든 수확기간에서 속잎보다 겉잎이 대체로 높은 것으로 나타났다. 가공처리 한 배추의 total glucosinolates 함량을 분석 한 결과, 절임배추의 경우

8-9월 절임배추에서 가장 높게 나타났으며, 5월 절임배추의 경우 다른 수확기간에 비해 낮은 함량인 것으로 분석되었다. 부위 별 절임배추의 total glucosinolates 함량은 6-7월 절임배추와 8-9월 절임배추의 경우 겉잎의 함량이 속잎의 함량보다 높은 것으로 분석된 반면, 10-11월, 12-4월 및 5월 절임배추에서는 속잎의 함량이 높은 것으로 확인 되었다. 배추김치의 경우 6-7월, 8-9월 김치의 total glucosinolates 함량은 비교적 높은 함량을 나타내었으며, 5월 김치의 경우 다른 수확시기에 비해 낮은 함량인 것으로 측정되었다. 배추김치의 부위별 total glucosinolates 함량은 5월 배추김치의 경우 속잎의 함량이 겉잎의 함량보다 높게 분석된 반면, 6-7월, 8-9월, 10-11월 배추김치의 경우 겉잎의 함량이 속잎의 함량보다 높은 것으로 분석되었다. 모든 수확기간에서 신선배추의 total glucosinolates 함량보다 가공 처리한 절임배추, 배추김치의 total glucosinolates 함량이 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 이러한 분석 결과는 배추의 total glucosinolates 함량이 수확기간, 부위 및 가공처리에 따라 영향을 받는 것으로 사료되며, total glucosinolates 함량에 영향을 줄 수 있는 배추의 부위, 품종, 재배방법 및 재배환경(pH, 온도, 기후, 토양 등)은 고려 되어야 한다고 판단된다.

추가 주요어 : 신선배추, 속잎, 김치, 겉잎, 절임배추

인용문헌

- Agerbirk, N., C.E. Olsen, and J.K. Nielsen. 2001. Seasonal variation in leaf glucosinolates and insect resistance in two types of *Barbarea vulgaris* ssp. *Arcuata*. *Phytochemistry*. 58:91-100.
- Bang, B.H., J.S. Seo, and E.J. Jeong. 2008. A method for Maintaining Good Kimchi Quality during Fermentation. *Kor. J. Food and Nutr.* 21:51-55.
- Brzezinski, W. and P. Mendelewski. 1984. Determination of total glucosinolate content in Rapeseed meal with Thymol reagent. *Z. pflanzenzuchtg.* 93:177-183.
- Cieslik, E., T. Leszczynska, F.F. Agnieszka, E. Sikora, and P.M. Pisulewski. 2007. Effects of some technological processes on glucosinolate contents in cruciferous vegetables. *Food Chem.* 105:976-981.
- Han, E.S., M.S. Seok, and J.H. Park. 1998. Quality changes of salted Baechu with packaging methods during long term storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 30:1307-1311.
- Han, S.H., D.W. Lee, E.H. Kim, M.K. Lee, Y.D. Park, S.H. Kim, and B.S. Yoon. 2007. Selection of tobacco plants expressing Chinese cabbage myrosinase gene and quantification of myrosinase gene expression level using quantitative real-time PCR method. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:29-36.
- Hong, S.I., M.K. Lee, and W.S. Park. 2000. Gas composition within Kimchi package as influenced by temperature and

- seasonal factor. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 32:1326-1330.
- Jeong H.W., Y.O. Kim, S.J. Shin, S.H. Kwon, S.D. Cha, and C.H. Cho. 2007. Indole-3-carbinol and genistein inhibit growth of human uterine leiomyoma cells. *Kor. J. Obstetrics and Gynecology.* 50:880-886.
- Kang E.J., S.T. Jeong, B.S. Lim, and J.S. Jo. 1999. Quality changes in winter Chinese cabbage with various storage methods. *Kor. J. Post harvest Sci. Technol.* 6:173-178.
- Kim, B.S., M.J. Kim, O.W. Kim, and G.H. Kim. 2001. Quality change of winter Chinese cabbages of winter Chinese cabbage by different packing and loading during cold storage by different packing and loading during cold storage. *Kor. J. Post harvest Sci. Technol.* 8:30-36.
- Kim, H.O., S.R. Suh, Y.S. Choi, S.N. Yoo, and Y.T. Kim. 2007. Optimal conditions for mechanized salting process of salt-inserting method for winter cabbage to produce Kimchi. *Kor. J. Food Preserv.* 14:695-701.
- Kim, J.B., M.S. Yoo, H.Y. Cho, D.W. Choi, and Y.R. Pyun. 1990. Changes in physical characteristics of Chinese cabbage during salting and blanching. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 22:445-450.
- Kim, M.J., G.H. Hong, D.S. Chung, and Y.B. Kim. 1998. Quality comparison of Kimchi made from different cultivars of Chinese cabbage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 39:528-532.
- Kim, M.R., K.J. Lee, and H.Y. Kim. 1997. Effect of processing on the content of sulforaphane of broccoli. *Kor. J. Soc. Food Sci.* 13:422-426.
- Kim, S.D., H.D. Park, and M.K. Kim. 1997. Morphological characteristics and composition of cell wall polysaccharides of *Brassica campestris var. pekinensis (Baechu)*. *Kor. J. Post harvest Sci. Technol. Agri. Prod.* 4:301-309.
- Kim, S.D. 1997. Salting and fermentation of Kimchi. *J. Food Sci. Technol.* 9:187-196.
- Ko, Y.T and J.Y. Lee. 2004. Quality characteristics of Kimchi prepared with different part of Chinese cabbage and its quality change by freeze-drying. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36:784-789.
- Kushad M.M., R. Cloyd, and M. Babadoost. 2004. Distribution of glucosinolates in ornamental cabbage and kale cultivars. *Scientia Hort.* 101:215-221.
- Kwon, Y.D., E.Y. Ko, S.J. Hong, and S.W. Park. 2008. Comparison of sulforaphane and antioxidant contents according to different parts and maturity of broccoli. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26:344-349.
- Lee, C.H. 1986. Kimchi; Korean fermented vegetable foods. *Kor. J. Dietary Cult.* 1:395-402.
- Lee, I.S., W.S. Park, Y.J. Koo, and K.H. Kang. 1994a. Change in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 26:239-245.
- Lee, I.S., W.S. Park, Y.J. Koo, and K.H. Kang. 1994b. Comparison of fall cultivars of Chinese cabbage for Kimchi preparation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 26:226-230.
- Lee, J.S., S.H. Park, Y.S. Lee, B.S. Lim, S.C. Yim, and C.H. Chun. 2008. Characteristics of growth and salting of Chinese cabbage after spring culture analyzed by cultivar and cultivation method. *Kor. J. Food Preserv.* 15:43-48.
- Rosa, E and R. Heaney. 1996. Seasonal glucosinolate variation in protein, mineral and composition of Portuguese cabbages and kale. *Animal Feed. Sci. Technol.* 57:111-127.
- Shim, K.H., N.K. Sung, K.S. Kang, C.W. Ahn, and K.I. Seo. 1992. Analysis of glucosinolates and the change of contents during processing and storage in *Cruciferous Vegetables*. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 21:43-48.
- Song L.J. and P.J. Thornalley. 2007. Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of *Brassica* vegetables. *Food and Chem. Toxicology.* 45:216-224.
- Stoewsand G.S. 1995. Bioactive Organosulfur phytochemicals in *Brassica oleracea* vegetables a review. *Food Chem. Toxic.* 33:537-543.
- Terry P., A. Wolk, I. Persson, and C. Magnusson. 2001. Brassica vegetables and breast cancer risk. *J. Amer. Med. Assoc.* 285:2975-2977.
- Tyagi, A.K. 2002. Influence of water soaking of mustard cake on glucosinolate hydrolysis, *Animal Feed Sci. Technol.* 99: 215-219.
- Van Etten C.H., M.E. Daxenbichler, and I.A. Wolff. 1969. Natural glucosinolates (thioglucosinolates) in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 17:483.
- Yang, Y.J. 2004. Changes in elasticity, firmness, vitaminC, and carbohydrate during controlled atmosphere storage of sweet pepper fruit. *Kor. J. Soc. Hort. Sci.* 22:305-309.
- Yang, Y.J., K.A. Lee, and K.J. Kim. 1998. Effect of harvest date, cultivation area, plant part, light condition by field stacking on nitrate and nitrite contents in radish and Chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. and Technol.* 16:154.
- Yoon, H.H and D.M. Kim. 2000. Changes of brine characteristics during the salting process of winter, spring, and summer Chinese cabbage. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* 29:26-29.